Étude de l'effet du site d'élevage et de la provenance des spécimens sur le potentiel aquicole du pétoncle d'Islande *Chlamys islandica* (O.F. Müller) en Côte-Nord

Marcel Fréchette, Michel Giguère et Gaétan Daigle

Direction Régionale des Sciences
Ministère des Pêches et des Océans
Institut Maurice-Lamontagne
850 route de la Mer
C.P. 1000
Mont-Joli, Québec, G5H 3Z4

2000

Rapport canadien à l'industrie sur les sciences halieutiques et aquatiques 258

Pêches et Océans | Fisheries and Oceans

Canada

Rapport canadien à l'industrie sur les sciences halieutiques et aquatiques

Les rapports à l'industrie contiennent les résultats des activités de recherche et de développement qui peuvent être utiles à l'industrie pour des applications immédiates ou futures. Ils sont surtout destinés aux membres des secteurs primaire et secondaire de l'industrie des pêches et de la mer. Il n'y a aucune restriction quant au sujet; de fait, la série reflète la vaste gamme des intérêts et des politiques du ministère des Pêches et des Océans, c'est-à-dire les sciences halieutiques et aquatiques.

Les rapports à l'industrie peuvent être cités comme des publications intégrales. Le titre exact paraît au-dessus du résumé de chaque rapport. Les rapports à l'industrie sont indexés dans la base de données *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts*.

Les numéros 1 à 91 de cette série ont été publiés à titre de rapports sur les travaux de la Direction du développement industriel, de rapports techniques de la Direction du développement industriel, et de rapports techniques de la Direction des services aux pêcheurs. Les numéros 92 à 110 sont parus à titre de rapports à l'industrie du Service des pêches et de la mer, ministère des Pêches et de l'Environnement. Le nom actuel de la série a été établi lors de la parution du numéro 111.

Les rapports à l'industrie sont produits à l'échelon régional, mais numérotés à l'échelon national. Les demandes de rapports seront satisfaites par l'établissement d'origine dont le nom figure sur la couverture et la page du titre. Les rapports épuisés seront fournis contre rétribution par des agents commerciaux.

Canadian Industry Report of Fisheries and Aquatic Sciences

Industry reports contain the results of research and development useful to industry for either immediate or future application. They are directed primarily toward individuals in the primary and secondary sectors of the fishing and marine industries. No restriction is placed on subject matter, and the series reflects the broad interests and policies of the Department of Fisheries and Oceans, namely, fisheries and aquatic sciences.

Industry reports may be cited as full publications. The correct citation appears above the abstract of each report. Each report is indexed in the data base *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts*.

Numbers 1-91 in this series were issued as Project Reports of the Industrial Development Branch, Technical Reports of the Industrial Development Branch, and Technical Reports of the Fisherman's Service Branch. Numbers 92-110 were issued as Department of Fisheries and Environment, Fisheries and Marine Service Industry Reports. The current series name was changed with report number 111.

Industry reports are produced regionally but are numbered nationally. Requests for individual reports will be filled by the issuing establishment listed on the front cover and title page. Out-of-stock reports will be supplied for a fee by commercial agents.

Rapport canadien à l'industrie sur les sciences halieutiques et aquatiques 258

2000

ÉTUDE DE L'EFFET DU SITE D'ÉLEVAGE ET DE LA PROVENANCE DES SPÉCIMENS SUR LE POTENTIEL AQUICOLE DU PÉTONCLE D'ISLANDE *Chlamys islandica* (O.F. Müller) EN CÔTE-NORD

Par

Marcel Fréchette, Michel Giguère et Gaétan Daigle[1]

Institut Maurice-Lamontagne,
Ministère des Pêches et Océans,
C.P. 1000,
Mont-Joli, QC,
G5H 3Z4, Canada

[1] Département de Mathématiques et de Statistiques,
Faculté des sciences et de génie,
Pavillon Alexandre-Vachon,
Université Laval, Québec, QC,
G1K 7P4, Canada

©Ministre des Travaux publics et Services gouvernementaux Canada 2000
No. de cat. FS-97-14/258F ISSN 0704-3708

On devra citer la publication comme suit :

Fréchette, M., M. Giguère et G. Daigle. 2000. Étude de l'effet du site d'élevage et de la provenance des spécimens sur le potentiel aquicole du pétoncle d'Islande *Chlamys islandica* (O.F. Müller) en Côte-Nord. Rapp. can. ind. sci. halieut. aquat. 258:vii + 25 p.

101-06952/

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX iv

LISTE DES FIGURES v

RÉSUMÉ vi

ABSTRACT vii

1. INTRODUCTION 1

2. EXPÉRIENCE STOCK-SITE 1

2.1. Matériel et méthodes 2
2.2. Résultats 2
2.3. Conclusions 2

3. ÉTUDE DE L'EFFET DE LA SURPOPULATION 3

3.1. Matériel et méthodes 3
3.2. Résultats 4
3.2.1. Phytoplancton et température 4
3.2.2. Croissance : résultats expérimentaux 5
3.2.3. Croissance : simulations 5
3.2.4. Survie 7
3.3. Conclusions 7

4. CONCLUSIONS GÉNÉRALES 7

REMERCIEMENTS 8

BIBLIOGRAPHIE 9

ANNEXE 1 : La mesure de la dissymétrie des spécimens 13

ANNEXE 2 : Résumé de la biologie et de l'écologie du pétoncle d'Islande 14

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Étude de l'effet du surpeuplement. Effet du site, de la hauteur au-dessus du fond et du nombre de pétoncles installés dans les paniers sur la survie (exprimée en pourcentage moyen de survie pour l'ensemble des paniers de chaque groupe).....16

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Localisation des sites expérimentaux.....17

Figure 2. Schéma d'une ligne d'élevage pour l'expérience stock-site.....18

Figure 3. Expérience stock-site. Accroissement moyen de la coquille de 1998 à 1999, en fonction des différents stocks et sites.....19

Figure 4. Schéma du montage expérimental utilisé lors de l'expérience sur la surpopulation d'un site à croissance lente situé près de Baie-Johan-Beetz (1997-98).....20

Figure 5. Température observée sur le site donneur à 0,1 m et à 2,0 m du fond au cours de l'expérience sur la surpopulation (Baie-Johan-Beetz, 1997-98).....21

Figure 6. Fluorescence observée sur le site donneur de 11h40 à 15h00 le 22 juillet 1997.....22

Figure 7. Effet du site et de la hauteur au-dessus du fond sur la croissance de la coquille, du muscle et des autres tissus mous observée lors de l'expérience sur la surpopulation (Baie-Johan-Beetz, 1997-98).....23

Figure 8. Effet de la hauteur au-dessus du fond et du nombre de spécimens dans les paniers sur la croissance de la coquille, du muscle et des autres tissus mous observée lors de l'expérience sur la surpopulation (Baie-Johan-Beetz, 1997-98).....24

Figure 9. Proportion de spécimens morts en fonction du degré de dissymétrie des oreilles des coquilles (Baie-Johan-Beetz, 1997-98).....25

RÉSUMÉ

Fréchette, M., M. Giguère et G. Daigle. 2000. Étude de l'effet du site d'élevage et de la provenance des spécimens sur le potentiel aquicole du pétoncle d'Islande *Chlamys islandica* (O.F. Müller) en Côte-Nord. Rapp. can. ind. sci. halieut. aquat. 258:vii + 25 p.

Divers scénarios de production aquicole et d'aménagement halieutique des bancs de pétoncles de Minganie sont actuellement à l'étude. Un de ces scénarios implique le transfert de spécimens de sites donneurs densément peuplés où la croissance est lente, vers des sites récepteurs où elle serait plus rapide. Pour évaluer les conditions de succès d'une telle opération, il importe de savoir à quoi attribuer les retards de croissance des spécimens à transférer. S'ils sont attribuables à la nature des spécimens (effet de stock), alors ces spécimens ne seront pas de grand intérêt pour des opérations d'élevage. S'ils sont attribuables aux conditions régnant sur les sites donneurs, il importe de savoir si les sites sont intrinsèquement de piètre qualité ou si le taux de croissance est lent en raison d'une trop forte densité de peuplement. S'il s'agissait de surpopulation, il serait alors indiqué de laisser une certaine partie des spécimens sur les sites donneurs car leur croissance pourrait s'accélérer à la suite de l'exportation d'une partie des spécimens. Le coût des opérations en serait alors réduit. Le présent rapport fait état de travaux destinés à explorer ces différentes possibilités.

Nous décrivons les résultats de deux expériences. La première est une expérience de type stock-site. L'expérience met en jeu des pétoncles provenant de trois sites, soit l'île à la Proie, lieu de croissance rapide, l'île Sainte-Geneviève et Baie-Johan-Beetz, endroits où la croissance est lente. Des spécimens provenant de ces trois sites ont été mis à croître sur le site de l'île à la Proie et sur leur site d'origine. Ces transferts permettent d'évaluer l'effet du site et du stock sur la croissance et la mortalité. Nous observons que l'effet du stock est significatif, les spécimens de l'île à la Proie croissant plus rapidement que les autres. Nous observons également que la croissance du stock de l'île Sainte-Geneviève est plus rapide sur le site de l'île à la Proie que sur son site d'origine.

La seconde expérience visait à déterminer s'il y avait surpopulation sur un site à croissance lente. Nous avons installé des spécimens sur un site peuplé et sur un site non peuplé. À chaque endroit, il y avait un groupe près du fond et un groupe installé loin du fond. En principe, tous les groupes sauf celui installé près du fond sur le site peuplé étaient à l'écart d'éventuels effets de la surpopulation. Selon nos résultats, tout se passe comme s'il n'y avait pas d'effet de surpopulation sur le site peuplé. Par contre la croissance sur les deux sites est sensible à un effet négatif de la proximité du fond. Ceci pourrait être attribuable à la présence de particules inorganiques près du fond. Cependant, des simulations sur ordinateur indiquent que nos résultats pourraient tout aussi bien s'expliquer par un gradient de courant à proximité du fond. L'effet du courant serait soit direct, en agissant sur le taux de filtration, soit indirect, par son effet sur l'approvisionnement en nourriture à l'intérieur des paniers d'élevage. Finalement, nous observons que la symétrie des oreilles des coquilles selon l'axe de symétrie gauche-droite (coquille supérieure-coquille inférieure) serait un indicateur de la survie en panier.

ABSTRACT

Fréchette, M., M. Giguère et G. Daigle. 2000. Étude de l'effet du site d'élevage et de la provenance des spécimens sur le potentiel aquicole du pétoncle d'Islande *Chlamys islandica* (O.F. Müller) en Côte-Nord. Rapp. can. ind. sci. halieut. aquat. 258:vii + 25 p.

In order to supplement scallop fishery landings in the Mingan region, a number of culture and wild bed management strategies are presently under consideration. One such strategy implies transferring individuals from slow-growth donor sites to fast-growth culture sites. Knowledge about factors responsible for slow growth is necessary to evaluate the chances that relaying operations are successful and profitable. If slow growth were attributable to intrinsic characteristics of individuals (stock effect), such individuals would be of limited value for aquaculture operations. On the other hand, if slow growth were attributable to site effects, knowing whether slow growth results from intrinsically poor general environmental conditions or from overpopulation would be of interest because overpopulation would imply that not all animals would have to be transferred. Growth of individuals remaining on the donor sites would increase after culling. In addition to promoting growth, this would reduce transfer costs. Here we report experiments aimed at testing these possibilities.

We made two experiments. The first one was a stock-site experiment. Scallops were transferred from three donor sites located near île à la Proie (fast growth site), île Sainte-Geneviève and Baie-Johan-Beetz (both slow growth sites) to the site located near île à la Proie. Controls from each site were grown without being transferred. Such transfers allow to test the relative contribution of stock and site to variability in growth and survival. Some of the groups could not be recovered. The experiment lasted two years. After the first year, individuals from île à la Proie had higher growth than those from the other stocks tested, and individuals from île Sainte-Geneviève grew faster near île à la Proie than near île Sainte-Geneviève.

The goal of the second experiment was to test for overpopulation on a slow-growth site. Scallops were installed in two sites, one populated with scallops, but not the other. On each site, some scallops were installed near the bottom while others were installed far from the bottom. With this set-up, all groups except that one near the bottom in the populated site were free from potential overpopulation effects. Our results are consistent with the hypothesis of no overpopulation in the populated site. On both sites, growth rate was smaller near the bottom, presumably because of higher density of resuspended inorganic particles near the bottom. Computer simulations, however, suggest that depth-related differences in current speed may also provide an explanation to lower growth near the bottom, either through direct effects of current speed on scallop clearance rate or through indirect effects on food replenishment rate within the pearl nets. Our results also suggest that the symmetry of the ears of the shell in the left-right symmetry axis (upper shell-lower shell) was a proxy for survivorship.

1. INTRODUCTION

Les populations de pétoncle de la Côte-Nord sont composées pour la plus grande part de pétoncle d'Islande, *Chlamys islandica* (O.F. Müller) (Giguère *et al.* 1998). Les débarquements proviennent principalement de Minganie. Les dernières années ont vu une diminution régulière des prises par unité d'effort de pêche dans certaines des zones de pêche de la région, ce qui donne à penser que l'effort de pêche y aurait été trop intense (Giguère *et al.* 1998). Par ailleurs, certains bancs sont actuellement délaissés par la pêche en raison de la taille réduite des spécimens qu'on y récolte. Une stratégie possible pour aider à maintenir le niveau des débarquements serait d'aménager les bancs de telle sorte que la croissance individuelle reprenne. Un des scénarios d'aménagement possibles prévoit le transfert de spécimens à croissance lente vers des sites où la croissance serait rapide. Or il se trouve que les spécimens à croissance lente proviennent de bancs plus densément peuplés que ceux où la croissance est rapide. Plusieurs causes pourraient expliquer la taille réduite des spécimens des sites à croissance lente. Il se pourrait qu'il s'agisse d'abord d'une caractéristique propre à ces spécimens. Il se pourrait également que leur taille s'explique par des caractéristiques défavorables du milieu environnant. Cette seconde hypothèse se subdivise en deux : il se peut que le milieu soit intrinsèquement défavorable ou que la densité de peuplement soit trop élevée, le surpeuplement entraînant le ralentissement de la croissance. Notons au passage que ces trois hypothèses ne s'excluent pas mutuellement : chacune peut contribuer à expliquer partiellement les résultats. Les travaux que nous présentons dans le présent rapport visaient à étudier la vraisemblance de chacune de ces trois hypothèses. Ils pourraient avoir des impacts tant pour l'aménagement halieutique des bancs que pour le développement de stratégies aquicoles.

2. EXPÉRIENCE STOCK-SITE

De nombreuses observations indiquent que la croissance et la survie des mollusques peuvent varier d'un site à l'autre. Ces différences pourraient être dues à des variations des facteurs du milieu (effet de site) ou de la performance intrinsèque des populations qui les habitent (effet de stock). Dickie *et al.* (1984) ont mis au point une stratégie permettant de distinguer l'effet du site de l'effet du stock. Cette méthode a été perfectionnée dans des études subséquentes, entre autres par Mallet et Carver (1989). Dans le jargon des biologistes, on parle d'une expérience stock-site.

Une expérience stock-site consiste essentiellement à prendre des spécimens d'un site A et à les transférer au site B et à prendre des spécimens du site B et à les transférer au site A. La croissance et la survie de spécimens témoins laissés sur les sites d'origine sont également mesurées sur chacun des sites. Ceci permet de comparer la performance de chaque stock à chaque site. Ceci peut être généralisé à un plus grand nombre de sites. C'est une variante de cette stratégie que nous avons mise en œuvre pour étudier les variations spatiales de la croissance du pétoncle d'Islande en Minganie.

2.1. Matériel et méthodes

Les observations effectuées au cours de cette expérience portent sur des pétoncles provenant de l'île Sainte-Geneviève (ISG), de Baie-Johan-Beetz (BJB) et de l'île à la Proie (HSP ; près de Havre Saint-Pierre : Figure 1). Les spécimens utilisés ont été recueillis à la drague et mesuraient entre 2,5 cm et 4,4 cm (hauteur de coquille). Ils ont été mis dans des paniers pyramidaux (« pearl nets ») installés sur des lignes d'élevage selon le schéma présenté à la Figure 2. Quatre lignes ont été installées sur le site de l'île à la Proie. Deux lignes supplémentaires ont également été installées à chaque site. Elles ne portaient que des pétoncles provenant du site d'installation, destinés à servir de témoins. Il ne s'agissait donc pas d'une expérience stock-site complète car les possibilités de transfert réciproque n'ont pas toutes été exploitées. Sur chaque ligne de l'île à la Proie, il y avait 3 paniers pour chacun des stocks, à raison de 9 spécimens par panier. La position des différents stocks le long des lignes était déterminée au hasard. La profondeur des paniers était d'environ 40 m à l'île à la Proie et 50 m à l'île Sainte-Geneviève et à Baie-Johan-Beetz. L'expérience a été mise en marche le 23 juin 1998. Une première série d'observations de la longueur des coquilles a été effectuée le 28 juin 1999. Les spécimens ont été remis à l'eau pour poursuivre l'expérience une seconde année. Les résultats de cette deuxième année seront présentés dans un rapport ultérieur (M. Giguère, en préparation).

2.2. Résultats

Les lignes installées à Baie-Johan-Beetz n'ont pu être récupérées. La croissance moyenne pour chacune des combinaisons de stocks et de sites disponibles apparaît à la Figure 3. La Figure 3 indique que la croissance des pétoncles installés à l'île à la Proie est de 1.32 cm pour le stock de l'île Sainte-Geneviève, de 1.39 cm pour celui de Baie-Johan-Beetz et de 1.68 cm pour celui de l'île à la Proie. L'analyse statistique (ANCOVA avec la longueur initiale en covariable) montre que la croissance du stock de l'île à la Proie est significativement plus rapide que celle des stocks de l'île Sainte-Geneviève et de Baie-Johan-Beetz, qui n'affichent pas de différence significative entre eux. D'autre part, la croissance des pétoncles en provenance de l'île Sainte-Geneviève est plus lente sur son site d'origine qu'à l'île à la Proie. La survie de l'ensemble des spécimens est de 62 % et de 59 % à l'île à la Proie et à l'île Sainte-Geneviève, alors qu'elle n'atteint que 49 % à Baie-Johan-Beetz. Il n'est pas exclu qu'une part de la mortalité soit attribuable au stress éprouvé lors des manipulations. Une analyse plus poussée sera faite à la fin de l'expérience.

2.3. Conclusions

Cette expérience donne à penser que les gisements de pétoncles d'Islande de Minganie n'ont pas tous la même capacité de croissance. Sur le site de l'île à la Proie, la performance des spécimens provenant de l'île à la Proie s'avère supérieure de 17% à 21% à celle des deux autres stocks. De plus, certains sites (île à la Proie) seraient plus favorables que d'autres. En raison de la perte de lignes témoins, il nous est toutefois impossible d'examiner complètement l'effet du site. À la lumière de nos résultats, il

semble que certaines combinaisons de stocks et de sites puissent mener à une augmentation significative de la croissance du pétoncle d'Islande.

3. ÉTUDE DE L'EFFET DE LA SURPOPULATION

Le but de cette expérience était de déterminer s'il y avait surpopulation sur un site à croissance lente. Nous avons adopté une stratégie différente de celle d'une expérience stock-site conventionnelle. Quand il y a surpopulation de mollusques, on s'attend à ce qu'il y ait une forte diminution de la concentration de la nourriture disponible près du fond (Fréchette et Bourget 1985a, Fréchette et Bourget 1985b). Par contre, un tel gradient ne devrait pas se retrouver lorsque les populations sont clairsemées. Dans une telle situation, des spécimens installés près du fond sur un site peuplé devraient ressentir les effets de la surpopulation, contrairement à des spécimens installés loin du fond. Les spécimens croissant sur un site peu peuplé ne devraient évidemment pas ressentir des effets de surpopulation, quel que soit leur éloignement du fond. Toutes autres choses étant égales, leur croissance ne devrait pas être différente de celle de spécimens installés loin du fond sur le site peuplé. C'est le principe sur lequel nous nous sommes appuyés pour cette expérience. Il se peut toutefois qu'il y ait des différences de croissance en fonction du niveau au-dessus du fond qui soient attribuables à d'autres raisons que la déplétion du phytoplancton près du fond, ou encore qu'il y ait des effets de site qui agissent de façon combinée avec un effet de déplétion. Ces différentes possibilités sont prises en compte dans notre expérience.

3.1. Matériel et méthodes

Nous avons récolté des spécimens par dragage sur un site peuplé dans la région de Baie-Johan-Beetz (site donneur ; 50° 10,758' N, 62° 40,494' O ; profondeur : 41 m) et avons installé une partie des spécimens sur ce site et une autre partie sur un site voisin, non peuplé (site récepteur ; 50° 14,483' N, 62° 47,412' O ; profondeur : 43 m). Sur chaque site, nous avons installé 20 paniers de pétoncles à deux profondeurs, soit à 10 à 0,1 m du fond et 10 à 2,0 m du fond. En principe, tous les groupes sauf celui installé près du fond (0,1 m) sur le site peuplé étaient à l'écart d'éventuels effets de la surpopulation. De plus, les pétoncles ont été installés à deux densités de peuplement dans les paniers, soit 5, soit 10 spécimens par panier, pour tester si les résultats étaient sensibles aux conditions régnant à l'intérieur des paniers. La position des paniers d'une densité donnée a été attribuée au hasard à chacune des profondeurs. Les pétoncles étaient contenus dans des paniers pyramidaux standard (« pearl nets »). Un schéma du montage apparaît à la Figure 4.

Les observations effectuées au cours de cette expérience portent sur la croissance de la coquille, du muscle et des autres tissus, ainsi que sur la survie, la température et sur le gradient vertical de la disponibilité de nourriture. Nous avons séparé le muscle des autres tissus car c'est actuellement la seule partie commercialisée. Pour améliorer notre analyse, nous avons incorporé des caractéristiques individuelles des pétoncles. Pour cela nous nous sommes basés sur la théorie de la dissymétrie fluctuante (« fluctuating asymmetry » en anglais ; voir Møller 1997) et avons mesuré la dissymétrie des oreilles des coquilles et

inclus cette variable dans l'analyse de l'expérience. Selon cette théorie, on s'attendrait à ce que les individus caractérisés par une forte dissymétrie fluctuante aient de moins bonnes chances de survie face aux stress environnementaux.

La taille initiale des pétoncles allait de 4,1 cm à 7,8 cm (hauteur de coquille). Le protocole de mesure de la dissymétrie fluctuante des oreilles des coquilles est décrit à l'Annexe I. L'expérience a été mise en route le 22 juillet 1997 et s'est terminée le 19 juin 1998 sur le site donneur et le 20 juin 1998 sur le site récepteur.

Ces observations se complètent d'une série de mesures du gradient vertical de la nourriture disponible sur le site donneur. Ces mesures ont été effectuées en échantillonnant la fluorescence du phytoplancton à 0,1 m, 0,25 m, 0,5 m et 2,0 m au-dessus du fond (la mesure de la fluorescence est basée sur les propriétés de la chlorophylle lorsqu'elle est éclairée à la lumière UV; elle est un indice de la quantité de phytoplancton dans l'eau). L'échantillonnage était assuré par des pompes maintenues sur un trépied déposé sur le fond. Ces observations ont été faites de 11h40 à 15h00 le 22 juillet 1997 avec un échantillonnage à toutes les 10 minutes. Nous avons également échantillonné les particules en suspension (particules organiques et particules inorganiques) sur le site donneur. Finalement, des thermographes suspendus à 0,1 m et 2,0 m du fond enregistraient la température à une fréquence de une lecture par heure sur le site donneur. Pour des raisons logistiques, fluorescence et température n'ont pu être mesurées que sur le site donneur. Ces travaux ont été effectués à bord du CALANUS II.

3.2. Résultats

Sur le site récepteur, l'expérience s'est déroulée comme prévu. Sur le site donneur, toutefois, la structure d'élevage a fait surface avant la fin de l'expérience. À en juger par les données de température, la structure d'élevage se serait détachée de ses ancrages 6 jours avant la fin de l'expérience, ce qui est un laps de temps court comparativement à la durée totale de l'expérience.

3.2.1. Phytoplancton et température

Les profils de température sont présentés à la Figure 5. La température sur le fond ne dépasse 5 °C qu'à la fin de l'été, et seulement pour un court laps de temps. Le reste de l'été, elle oscille entre 0 °C et 5 °C. De janvier à mai elle est inférieure à 0 °C. Selon les analyses statistiques que nous avons faites, il n'y a de différence significative entre 0,1 m et 2,0 m au-dessus du fond que 0,4% du temps. La fluorescence sur le site donneur montre une tendance décroissante en fonction du temps (Figure 6). Cette tendance s'inverse vers la fin de la série d'observations. Il ne semble pas y avoir de différence en fonction de la hauteur au-dessus du fond. L'analyse statistique des résultats mène à la même interprétation. C'est donc dire que les variables environnementales que nous avons mesurées sont homogènes en fonction de la hauteur au-dessus du fond. L'absence de gradient vertical de fluorescence est une première indication qu'il n'y a probablement pas de surpeuplement sur le site donneur. De plus, sur le site donneur la température ne varie pas entre les deux niveaux où nous avons installé les pétoncles. Il est donc peu probable

que la température influence les résultats relatifs à l'effet de la hauteur au-dessus du fond. Quant aux particules en suspension, nos mesures indiquent que leur concentration était à la limite de détection de la méthode. En conséquence il est très difficile d'en tirer de l'information valable.

Selon les observations recueillies au moment de la récupération des structures d'élevage, les paniers situés à 2,0 m du fond étaient plus propres que ceux situés à 0,1 m du fond. Un estimé visuel sommaire indique que les organismes macroscopiques fixés sur les paniers couvraient moins de 10% de la surface des paniers. Le substrat sur le site donneur semblait surtout rocheux, alors qu'il y avait des traces de vase au site récepteur. La charnière des pétoncles morts était encore flexible.

3.2.2. Croissance : résultats expérimentaux

Les résultats sont présentés aux Figures 7 et 8. La croissance de la coquille est plus rapide à 2,0 m du fond sur le site récepteur (Figure 7). Les résultats pour les trois autres groupes de pétoncles ne montrent pas de différences entre eux. Ceci indiquerait qu'il y aurait des signes de surpeuplement eu égard à la croissance de la coquille, non pas sur le site donneur, mais sur le site récepteur. Toutefois, ce résultat est à la limite du niveau de significativité ($p \cong 0.05$). La croissance du muscle est plus rapide à 2,0 m du fond aux deux sites (Figure 7). Ceci indique qu'il y a un effet de proximité du fond. La croissance des tissus autres que le muscle est plus rapide sur le site récepteur que sur le site donneur (Figure 7). Elle est également plus rapide à 2,0 m du fond sur les deux sites. Ceci indique qu'il y a un effet de site, le site récepteur étant meilleur ; il y a également un effet de la proximité du fond mais il ne s'agit pas d'un effet de surpopulation puisqu'on le trouve sur les deux sites. Nous observons également que pour les trois types de mesures de la croissance (coquille, muscle et autres tissus), l'effet du nombre de pétoncles dans les paniers ne se manifeste qu'à 2 m au-dessus du fond, où la croissance est plus rapide dans les paniers à 5 pétoncles que dans ceux à 10 pétoncles (Figure 8).

Il est important de noter qu'en raison de contraintes logistiques, il n'a pas été possible d'échantillonner les conditions (fluorescence, température, seston) régnant sur chacun des deux sites. Nous avons mis tous nos efforts sur le site donneur. En conséquence, la comparaison entre les deux sites est forcément incomplète. Elle est également incomplète en ce que la faune associée à chaque site n'est pas prise en compte dans notre analyse. Toutefois, en raison de l'absence de déplétion de phytoplancton et de stratification thermique sur le site donneur d'une part, et de la similarité des effets de hauteur au-dessus du fond sur les deux sites d'autre part, nous concluons que *tout se passe comme si* la piètre croissance des pétoncles du site donneur ne s'expliquait pas par la surpopulation. D'autres mécanismes doivent être invoqués.

3.2.3. Croissance : simulations

Le ralentissement de la croissance du pétoncle d'Islande à proximité du fond a déjà été observé dans d'autres expériences (Wallace et Reinsnes 1984, Wallace et Reinsnes 1985). Au moins trois scénarios pourraient expliquer ce résultat. Selon le premier scénario,

l'effet négatif de la proximité du fond pourrait être causé par une augmentation de la quantité de particules inorganiques près du fond. Ces particules ont un effet négatif sur l'alimentation du pétoncle d'Islande (Vahl 1980). Les deux autres scénarios font appel à la vitesse du courant. Au site de l'expérience, la vitesse du courant dans la colonne d'eau est typiquement moins de 40 cm par seconde, sauf les jours de fort vent (D. Lefaivre, MPO, IML, communication personnelle). Selon les lois de l'écoulement des fluides, cependant, le courant sera beaucoup plus lent à 0,1 m du fond qu'à 2,0 m du fond. À l'intérieur des paniers expérimentaux s'ajoute un ralentissement supplémentaire, causé par la résistance offerte par les parois des paniers. Ce ralentissement est d'environ 50%, mais varie avec le degré de fixation d'autre organismes sur les paniers (Claereboudt *et al.* 1994a, Claereboudt *et al.* 1994b). Le courant à l'intérieur des paniers est donc fortement réduit. Le deuxième scénario postule qu'en plus de ralentir l'apport de nourriture, la réduction du courant a un effet négatif direct sur le taux de filtration des pétoncles (Wildish *et al.* 1992). Cet effet ne se produirait qu'à 0,1 m du fond, alors qu'à 2,0 m du fond, les effets négatifs du courant seraient négligeables. Selon le troisième scénario, l'effet du courant sur les pétoncles serait indirect. Ce scénario postule que le courant plus faible ralentit l'apport de nourriture à 0,1 m et que cette diminution entraîne une augmentation du taux de filtration des pétoncles pour compenser la déplétion de nourriture à l'intérieur des paniers (il n'y a pas de déplétion verticale à l'extérieur des paniers). Ce scénario est basé sur les travaux de Bacon *et al.* (1998). Notons que Claereboudt *et al.* (1994a) observent des effets positifs et des effets négatifs du courant sur la croissance du pétoncle géant en élevage dans la colonne d'eau. Les deux scénarios par lesquels l'effet du courant peut se manifester sont donc possibles.

Pour examiner ces trois scénarios, nous avons eu recours à des simulations sur ordinateur. Les simulations du type de celles que nous avons faites ne peuvent produire un résultat exact en raison des hypothèses de calcul qu'il faut mettre dans le modèle. Ces hypothèses ne peuvent être une description totalement fidèle de la situation. Toutefois, elles donnent un aperçu réaliste de la situation, ce qui indique si un scénario donné est vraisemblable. De plus, elles donnent un cadre de référence pour planifier des expériences futures si celles-ci étaient jugées nécessaires. Le détail de ces simulations peut être obtenu auprès des auteurs. Les résultats des simulations indiquent que les trois scénarios parviennent à reproduire l'effet combiné du fond et du nombre de pétoncles, mais seulement si les simulations font intervenir un effet de déplétion de nourriture dans les paniers. Toutefois, ils n'ont pas tous le même succès à reproduire l'effet combiné de la hauteur au-dessus du fond et du nombre de pétoncles dans les paniers. Les deux scénarios les plus plausibles semblent être celui de l'effet positif direct du courant sur le taux de filtration et celui de l'effet des particules inorganiques près du fond. Il faut noter que nos simulations ne mettent en jeu qu'un seul scénario à la fois. Il se pourrait qu'en nature ces mécanismes agissent de façon combinée.

Une implication méthodologique de ces résultats est que toute expérience sur les effets de site devrait comporter différents traitements de densité pour permettre d'examiner si les effets de confinement dans les paniers sont possibles. Dans le cas de notre expérience, il semble qu'il y en ait eu et ils indiquent clairement qu'il n'est pas possible d'obtenir une interprétation complète des résultats sans disposer de données environnementales et

physiologiques suffisantes. Notons enfin que nos analyses n'ont révélé aucun effet significatif de la dissymétrie des oreilles sur la croissances des spécimens.

3.2.4. Survie

Le taux de survie moyen est présenté au Tableau 1. Le taux de survie moyen dépasse 50% et la survie semble plus élevée dans les paniers gardés à 2,0 m au-dessus du fond. Selon nos analyses statistiques, cet effet est le seul qui soit significatif dans cette expérience : le site et le nombre de pétoncles n'auraient pas d'effet sur la survie.

Par ailleurs, nos analyses indiquent que la survie est vraisemblablement sensible à la forme des coquilles, telle que mesurée par la variabilité de la longueur des oreilles des coquilles. Toutefois, les tests n'atteignent pas le niveau de signification normalement accepté. Même si la prudence est de mise, l'examen de la fréquence de mortalité en fonction de l'indice de dissymétrie des oreilles indique que la mortalité diminue aux valeurs de dissymétrie élevées (Figure 9). Plus l'oreille de la coquille supérieure est grande par rapport à celle de la coquille inférieure, plus la valeur de dissymétrie correspondante est élevée et meilleure est la survie. Il convient toutefois de noter que la dissymétrie ne s'exprime pas exactement de la même façon pour les oreilles antérieures et les oreilles postérieures. En effet, les valeurs de dissymétrie sont plus élevées pour les oreilles postérieures que pour les oreilles antérieures, comme l'indique la position du passage des valeurs négatives aux valeurs positives, qui est indiqué par les flèches à la Figure 9.

3.3. Conclusions

Nos observations sur la croissance des tissus mous autres que le muscle indiquent que le site donneur est moins favorable à la croissance que ne l'est le site récepteur. Cependant, tout se passe comme si ceci n'était pas le fait de la surpopulation sur le site donneur. La piètre croissance obtenue sur le site donneur dépend vraisemblablement de caractéristiques intrinsèques du site. Comme nous ne trouvons pas de surpopulation, il est peu probable que l'élagage de la population sur le site donneur se traduise par une augmentation de la croissance sur ce site. Nous observons également que la dissymétrie des coquilles semble un bon indicateur de la capacité des pétoncles à résister aux agents de mortalité et que ceux-ci ne dépendent pas de la densité de peuplement dans les paniers. Ces agents de mortalité pourraient donc être des conditions environnantes défavorables. Finalement, selon toute vraisemblance, la croissance a été affectée par des contraintes méthodologiques liées à l'appauvrissement de la concentration de nourriture dans les paniers expérimentaux.

4. CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Nos résultats indiquent que les différences géographiques dans le taux de croissance des pétoncles, lent à l'île Sainte-Geneviève et à Baie-Johan-Beetz, par opposition à l'île à la Proie où il est plus rapide, s'expliquent tant par des caractéristiques intrinsèques des pétoncles provenant de chacun de ces sites que par les conditions environnantes sur ces

sites. Toutefois, en raison du design de l'expérience, nous ne pouvons pas nous prononcer pour l'ensemble des combinaisons de stocks et de sites. Il est peu probable que la surpopulation soit une explication valable pour la piètre croissance observée sur certains bancs, du moins si on peut généraliser la situation observée à Baie-Johan-Beetz. Par ailleurs, nos observations donnent à penser que la symétrie des oreilles des coquilles de pétoncles serait un indicateur de la capacité de survie eu égard aux facteurs de mortalité indépendants de la densité.

Toute opération de transfert de spécimens devrait prendre en compte au moins trois facteurs, soit le site où les spécimens seront installés, leur site d'origine et la qualité des spécimens utilisés. Il y a donc au moins trois voies de recherche d'améliorations à de telles opérations. À ceci s'ajoutera la nécessité de prendre en compte les aspects financiers des opérations de transfert des spécimens.

REMERCIEMENTS

Nous remercions Linda Girard, Patrice Goudreau et Sylvie Brulotte pour l'assistance fournie au laboratoire et en mer, ainsi qu'à l'équipage du Calanus II pour son étroite collaboration. Nous sommes également redevables à Louise Savard et Michel Harvey pour leurs commentaires et suggestions sur le manuscrit. Soulignons finalement que MM. Lionel Arsenault et Daniel Scherrer ont gracieusement mis du temps de navire à notre disposition.

BIBLIOGRAPHIE

Arsenault D.J., Giasson M.C., et Himmelman J.H. 2000. Field examination of dispersion patterns of juvenile Iceland scallops (*Chlamys islandica*) in the northern Gulf of St Lawrence. J. Mar. Biol. Ass. U.K. 80:501-508.

Arsenault D.J., Girard P., et Himmelman J.H. 1997. Field evaluation of the effects of refuge use and current velocity on the growth of juvenile Iceland scallops, *Chlamys islandica* (O.F. Müller, 1776). J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 217:31-45.

Arsenault D.J., et Himmelman J.H. 1996a. Ontogenic habitat shifts of the Iceland scallop, *Chlamys islandica* (Müller, 1776), in the northern Gulf of St. Lawrence. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 53:884-895.

Arsenault D.J., et Himmelman J.H. 1996b. Size-related changes in vulnerability to predators and spatial refuge use by juvenile Iceland scallops *Chlamys islandica*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 140:115-122.

Arsenault D.J., et Himmelman J.H. 1998a. Size-related decrease in spatial refuge use by Iceland scallops *Chlamys islandica*: ontogenetic behavioural changes or decreasing refuge availability? Mar. Ecol. Prog. Ser. 162:153-161.

Arsenault D.J., et Himmelman J.H. 1998b. Spawing of the Iceland scallop (*Chlamys islandica* Müller, 1776) in the northern Gulf of St. Lawrence and its relationship to temperature and phytoplankton abundance. The Veliger 41:180-185.

Bacon G.S., MacDonald B.A., et Ward J.E. 1998. Physiological responses of infaunal (*Mya arenaria*) and epifaunal (*Placopecten magellanicus*) bivalves to variations in the concentration and quality of suspended particles. I. Feeding activity and selection. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 219:105-125.

Brokordt K.B., Himmelman J.H., et Guderley H.E. 2000. Effect of reproduction on escape responses and muscle metabolic capacities in the scallop *Chlamys islandica* Müller. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 251:205-225.

Claereboudt M.R., Bureau D., Côté J., et Himmelman J.H. 1994a. Fouling development and its effect on the growth of juvenile giant scallops (*Placopecten magellanicus*) in suspended culture. Aquaculture 121:327-342.

Claereboudt M.R., Himmelman J.H., et Côté J. 1994b. Field evaluation of the effect of current velocity and direction on the growth of the giant scallop, *Placopecten magellanicus*, in suspended culture. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 183:27-39.

Dickie L.M., Boudreau P.R., et Freeman K.R. 1984. Influences of stock and site on growth and mortality in the blue mussel (*Mytilus edulis*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 41:134-140.

Fréchette M., et Bourget E. 1985a. Energy flow between the pelagic and benthic zones: factors controlling particulate organic matter available to an intertidal mussel bed. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 42:1158-1165.

Fréchette M., et Bourget E. 1985b. Food-limited growth of *Mytilus edulis* in relation to the benthic boundary layer. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 42:1166-1170.

Giguère M., Brulotte S., et Goudreau P. 1998. État des stocks de pétoncles des eaux côtières du Québec. Secrétariat canadien pour l'évaluation des stocks. Document de recherche 98/73.

Giguère M., Brulotte S., et Miller R. 1995. Distribution, croissance, et mortalité du pétoncle d'Islande et du pétoncle géant entre Kégaska et Vieux-Fort sur la Basse Côte-Nord du Québec en 1993. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2033:viii + 27.

Giguère M., Cliche G., et Brulotte S. 1994. Reproductive cycles of the sea scallop, *Placopecten magellanicus* (Gmelin), and the Iceland scallop, *Chlamys islandica* (O.F. Müller), in Îles-de-la-Madeleine, Canada. J. Shellfish Res. 13:31-36.

Harvey M., Bourget E., Legault C., et Ingram R.G. 1995. Short-term variations in settlement and early spat mortality of the Iceland scallop, *Chlamys islandica* (O.F. Müller). J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 194:167-187.

Harvey M., Bourget E., et Miron G. 1993. Settlement of Iceland scallop spat *Chlamys islandica* in response to hydroids and filamentous red algae: field observations and laboratory experiments. Mar. Ecol. Prog. Ser. 99:283-292.

MacDonald B.A., et Thompson R.J. 1985. Influence of temperature and food availability on the ecological energetics of the giant scallop *Placopecten magellanicus*. I. Growth rates of shell and somatic tissue. Mar. Ecol. Prog. Ser. 25:279-294.

MacDonald B.A., et Thompson R.J. 1986a. Influence of temperature and food availability on the ecological energetics of the giant scallop *Placopecten magellanicus* III. Physiological ecology, the gametogenetic cycle and scope for growth. Mar. Biol. 93:37-48.

MacDonald B.A., et Thompson R.J. 1986b. Production, dynamics and energy partitioning in two populations of the giant scallop *Placopecten magellanicus* (Gmelin). J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 101:285-299.

Mallet A.L., et Carver C.E.A. 1989. Growth, mortality and secondary production in natural populations of the blue mussel, *Mytilus edulis*. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 46:1154-1159.

Manuel J.L., Burbridge S., Kenchington E.L., Ball M., et O'Dor R.K. 1996a. Veligers from two populations of scallop *Placopecten magellanicus* exhibit different vertical distributions in the same mecocosm. J. Shellfish Res. 15:251-257.

Manuel J.L., Gallager S.M., Pearce C.M., Manning D.A., et O'Dor R.K. 1996b. Veligers from different populations of sea scallop *Placopecten magellanicus* have different vertical migration patterns. Mar. Ecol. Prog. Ser. 142:147-163.

Møller A.P. 1997. La nature préfère la symétrie. La Recherche 304:50-55.

Naidu K.S. 1988. Estimating mortality rates in the Iceland scallop, *Chlamys islandica* (O.F. Müller). J. Shellfish Res. 7:61-71.

Pearce C.M., Gallager S.M., Manuel J.L., Manning D.A., O'Dor R.K., et Bourget E. 1998. Effect of thermoclines and turbulence on depth of larval settlement and spat recruitment of the giant scallop *Placopecten magellanicus* in 9.5 m deep laboratory mesocosms. Mar. Ecol. Prog. Ser. 165:195-215.

Thorarinsdóttir G.G. 1991. The Iceland scallop, *Chlamys islandica* (O.F. Müller) in Breidafjördur, west Iceland. I. Spat collection and growth during the first year. Aquaculture 97:13-23.

Thorarinsdóttir G.G. 1994. The Iceland scallop, *Chlamys islandica* (O.F. Müller) in Breidafjördur, west Iceland. III. Growth in suspended culture. Aquaculture 120:295-303.

Vahl O. 1980. Seasonal variations in seston and in the growth rate of the Iceland scallop, *Chlamys islandica* (O.F. Müller) from Balsfjord, 70°N. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 48:195-204.

Vahl O. 1981. Energy transformations by the Iceland scallop, *Chlamys islandica* (O.F. Müller), from 70° N. II. The population energy budget. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 53:297-303.

Vahl O. 1982. Long-term variations in the recruitment of the Iceland scallop, *Chlamys islandica* from Northern Norway. Neth. J. Sea Res. 16:80-87.

Wallace J.C. 1982. The culture of the Iceland scallop, *Chlamys islandica* (O.F. Müller). I. Spat collection and growth during the first year. Aquaculture 26:311-320.

Wallace J.C., et Reinsnes T.G. 1984. Growth variation with age and water depth in the Iceland scallop (*Chlamys islandica*, Pectinidae). Aquaculture 41:141-146.

Wallace J.C., et Reinsnes T.G. 1985. The significance of various environmental parameters for the growth of the Iceland scallop, *Chlamys islandica* (Pectinidae), in hanging culture. Aquaculture 44:229-242.

Wiborg K.F. 1963. Some observations on the Iceland scallop *Chlamys islandica* (Müller) in Norwegian waters. Fiskeridir. Skr. Ser. Havunders. 13:38-53.

Wildish D.J., Kristmanson D.D., et Saulnier A.M. 1992. Interactive effect of velocity and seston concentration on giant scallop feeding inhibition. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 155:161-168.

ANNEXE 1 : La mesure de la dissymétrie des spécimens

Nos estimés de la dissymétrie des spécimens sont basés sur la mesure de la longueur des oreilles telle que mesurée de l'apex de la charnière de la coquille au bout de l'oreille pour chaque demi-coquille (« valve »). L'axe de symétrie étudié est celui correspondant à la valve gauche (supérieure) et à la valve droite (inférieure) du pétoncle. Nous avons mesuré la longueur de la grande oreille (celle faisant passage au byssus ; d'un point de vue anatomique, elle est en position antérieure) sur la valve gauche et la valve droite. La mesure de dissymétrie correspond à la différence de longueur de chaque grande oreille mesurée sur les deux valves, divisée par la longueur de la coquille (d'un point de vue anatomique, ceci correspond à la hauteur de la coquille). L'équation de dissymétrie est donc la suivante :

$$D = (O_G - O_D) / L$$

où D est l'indice de dissymétrie, O_G représente la mesure faite sur la coquille supérieure, O_D représente la mesure faite sur la coquille inférieure et L est la longueur de la coquille. Nous avons fait la même chose avec la petite oreille. Plus l'oreille de la coquille supérieure est grande par rapport à celle de la coquille inférieure, plus la valeur de dissymétrie correspondante est élevée.

ANNEXE 2 : Résumé de la biologie et de l'écologie du pétoncle d'Islande

Le pétoncle d'Islande est considéré comme une espèce rustique, occupant les milieux froids (entre –1,34°C et 9,5°C en Europe) caractérisés de courants forts (Wiborg 1963). Le pétoncle d'Islande occupe généralement des sites plus profonds que le pétoncle géant. Ces sites sont généralement plus froids et moins riches en nourriture que les sites moins profonds (MacDonald et Thompson 1985, MacDonald et Thompson 1986a). Comme la croissance des mollusques est généralement très sensible aux conditions environnantes, on constate que la croissance du pétoncle d'Islande, telle qu'estimée par l'accroissement en longueur de la coquille, est relativement lente. Au Québec, par exemple, elle est plus lente que celle du pétoncle géant (Giguère *et al.* 1998). Des essais d'élevage ont également permis de constater que la croissance est plus rapide dans la colonne d'eau qu'à proximité du fond (Wallace and Reinsnes 1984, Wallace and Reinsnes 1985, Thorarinsdóttir 1994), là où la concentration en particules inorganiques (i.e. : les sédiments inorganiques en suspension) est normalement plus élevée. Or il semble que la matière particulaire inorganique ait un effet négatif marqué sur la croissance du pétoncle d'Islande (Vahl 1980). La présence de particules inorganiques semble donc une explication valable pour le ralentissement de la croissance près du fond (Wallace and Reinsnes 1985), bien que certaines autres variables capables d'expliquer le ralentissement de la croissance près du fond n'aient pas été étudiées (voir Section 3.2.3.). Pour un âge donné, on observe également que la masse du muscle est plus faible chez le pétoncle d'Islande que chez le pétoncle géant (Giguère *et al.* 1998). Par contre, il semble que les densités de peuplement maximales soient plus élevées chez le pétoncle d'Islande : au cours d'une étude s'échelonnant sur 6 ans, Vahl (1981) observe des densités de peuplement oscillant entre 50 ind./m^2 et 70 ind./m^2 sur un site du Balsfjord, en Norvège. À notre connaissance, ceci est environ dix fois plus élevé que les densités les plus élevées observées chez le pétoncle géant.

Les études du taux de mortalité naturelle de populations sauvages des deux espèces, bien que peu nombreuses, indiquent que le taux de mortalité annuelle serait d'environ 10-15% des effectifs (pétoncle d'Islande : Vahl 1981, pétoncle géant : MacDonald et Thompson 1986b). L'examen de la fréquence des claquettes (coquilles vides dont les deux valves sont encore rattachées ensemble) de pétoncle d'Islande mène Giguère *et al.* (1995) à conclure que le taux de mortalité annuelle va de 2% à 22%. Les taux les plus élevés sont observés sur des sites de pêche (Naidu 1988). Par ailleurs, Vahl (1982) observe que l'abondance de prérecrues dans un banc densément peuplé du Balsfjord (celui étudié par Vahl 1981) est inversement corrélée à celle des adultes. Il semble donc que chez les petits spécimens la mortalité par compétition puisse ne pas être négligeable. Les jeunes pétoncles tendent à occuper des refuges, crevasses ou coquilles de pétoncles (ou mactres) morts, qui leur fournissent un refuge contre les prédateurs (Vahl 1981, Arsenault et Himmelman 1996a, Arsenault et Himmelman 1996b, Arsenault et Himmelman 1998a). Les spécimens occupant ces refuges ont également un meilleur taux de croissance que les autres ; cet avantage disparaît lorsque les individus sont de plus grande taille (Arsenault *et al.* 1997).

Il semble que les pétoncles migrent progressivement au cours de leur vie, puisque des relevés effectués en plongée indiquent que les spécimens plus jeunes se retrouvent en faible profondeur (environ 15 m) et les plus âgés ne se retrouvent que plus profondément, aux environs de 30 m (Arsenault and Himmelman 1996a, Arsenault *et al.* 2000). À ce sujet, il convient toutefois de noter que les relevés de recherche sur l'état du stock en Minganie (Giguère, obs. pers.) indiquent la présence de jeunes spécimens à des profondeurs plus grandes que celles étudiées par Arsenault et Himmelman (1996a). Il est probable qu'il y ait plus d'une zone de recrutement. La capacité natatoire du pétoncle d'Islande est affectée par le cycle de reproduction, non pas en raison de son effet sur la capacité de fermer les valves, mais par l'augmentation du temps nécessaire à la récupération musculaire après l'effort pendant la période de maturation gonadique et la ponte (Brokordt *et al.* 2000). De façon générale, on retrouve les spécimens adultes sur des fonds de roche ou de cailloux, de préférence aux substrats meubles (Arsenault *et al.* 2000).

L'approvisionnement en naissain étant une étape capitale en aquaculture, tout ce qui touche de près ou de loin la reproduction et le captage de naissain mérite une attention particulière. En Minganie, les pontes observées ont été soudaines et ont eu lieu à la fin de juillet et à la mi-août (Arsenault et Himmelman 1998b). Aux îles de la Madeleine, Giguère *et al.* (1994) observent la ponte à la même période, mais elle est beaucoup plus graduelle. Dans la baie des Chaleurs (Québec), Harvey *et al.* (1995) observent que la fixation du pétoncle d'Islande s'étend sur un mois, de la mi-septembre à la mi-octobre, et que le taux de mortalité du naissain est négligeable au cours des premières semaines suivant la fixation. Dans les pays scandinaves, la ponte semble avoir lieu plus tôt, soit à la fin de juin ou au début de juillet (Arsenault and Himmelman 1998b). Le comportement larvaire du pétoncle d'Islande ne semble pas connu. Chez le pétoncle géant, on a trouvé que les larves semblent rechercher la profondeur permettant de ne pas être trop dispersées par les courants (Manuel *et al.* 1996a, Manuel *et al.* 1996b). Dans certains cas, il en résulte que le maximum de fixation de naissain sur collecteur artificiel se situe à la profondeur de la thermocline (Pearce *et al.* 1998). Dans le Balsfjord, Wallace (1982) a observé des variations importantes de l'abondance du naissain de pétoncle d'Islande capté en fonction de la profondeur, un maximum étant observé entre 30 m et 40 m (profondeur totale : 42 m). En Islande, Thorarinsdóttir (1991) trouve que le degré de fixation ne varie pas entre 25 m et 35 m (profondeur totale : 35 m). Les larves du pétoncle d'Islande ont tendance à se fixer de préférence sur des organismes filamenteux tels que certaines algues et espèces d'hydraires (Harvey *et al.* 1993). En Minganie, on trouve les spécimens les plus jeunes surtout aux environs de 15 m de profondeur, vraisemblablement en raison de la présence de petites algues rouges filamenteuses à cette profondeur (Arsenault and Himmelman 1996a). Il se pourrait que la fixation naturelle soit meilleure à 15 m de profondeur en raison de la rareté relative des organismes favorables à la fixation naturelle naissain aux autres profondeurs ou en raison de la rareté relative des larves en suspension dans l'eau aux autres profondeurs (ceci n'est valable que pour la couche d'eau allant de 0 m à 30 m de profondeur ; d'autres hypothèses sont également possibles). La question ne peut être tranchée à l'heure actuelle car à notre connaissance, il n'existe pas d'étude de la collecte de naissain en fonction de la profondeur en Minganie.

Site	Donneur				Récepteur			
Hauteur (m)	0		2		0		2	
Nombre de pétoncles	5	10	5	10	5	10	5	10
% survie	56	52	92	76	55	62	80	72

Tableau 1. Étude de l'effet du surpeuplement. Effet du site, de la hauteur au-dessus du fond et du nombre de pétoncles installés dans les paniers sur la survie (exprimée en pourcentage moyen de survie pour l'ensemble des paniers de chaque groupe).

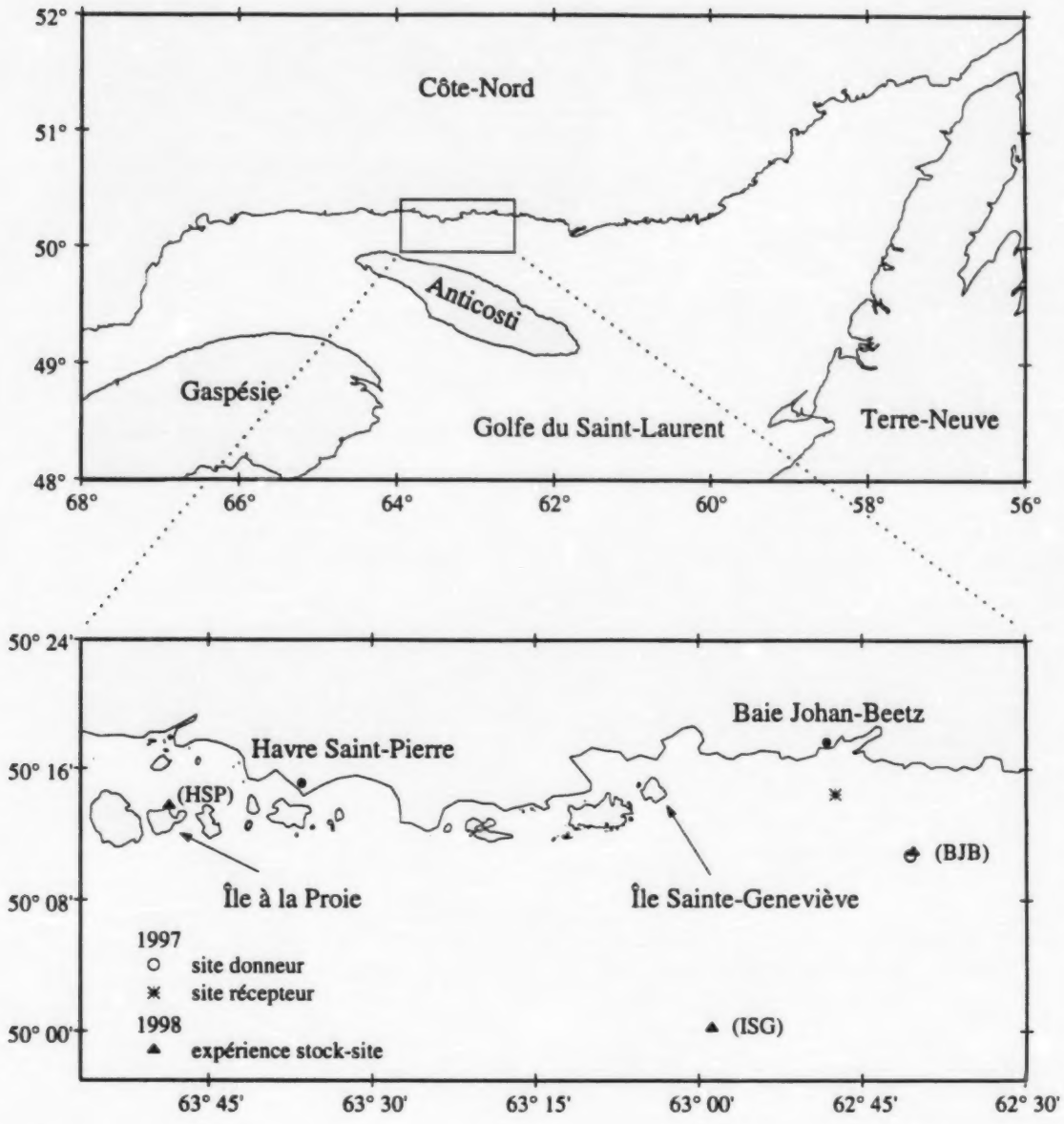

Figure 1. Localisation des sites expérimentaux.

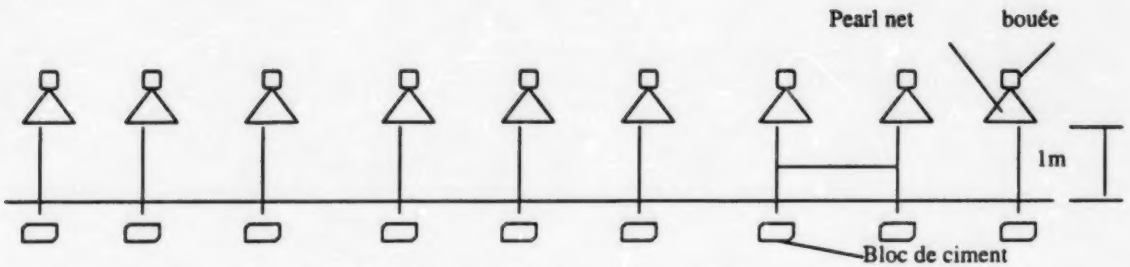

Figure 2. Schéma d'une ligne d'élevage pour l'expérience stock-site.

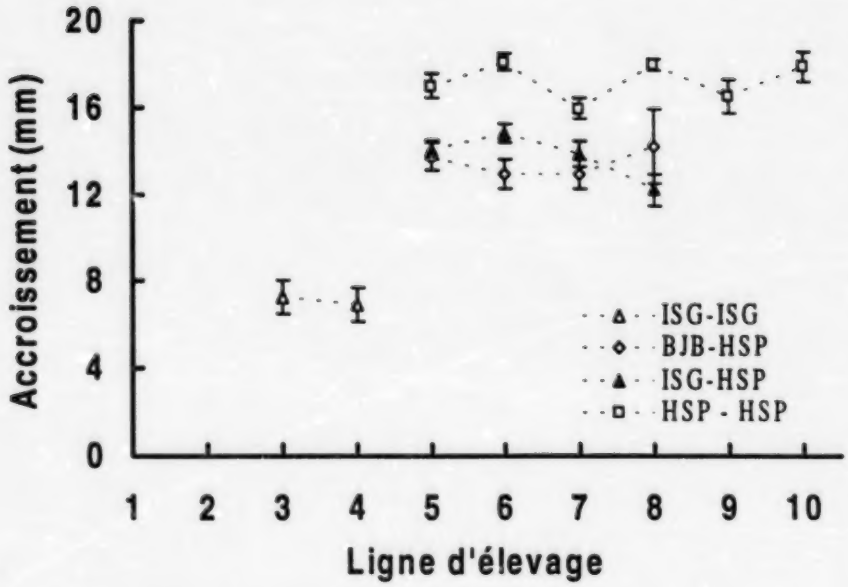

Figure 3. Expérience stock-site. Accroissement moyen de la coquille de 1998 à 1999, en fonction des différents stocks et sites. Pour chacune des combinaisons stock-site de l'encart, le stock apparaît en premier, suivi du site de l'expérience. Les traits verticaux indiquent ± 1 écart type. BJB : Baie-Johan-Beetz ; HSP : île à la Proie ; ISG : île Sainte-Geneviève.

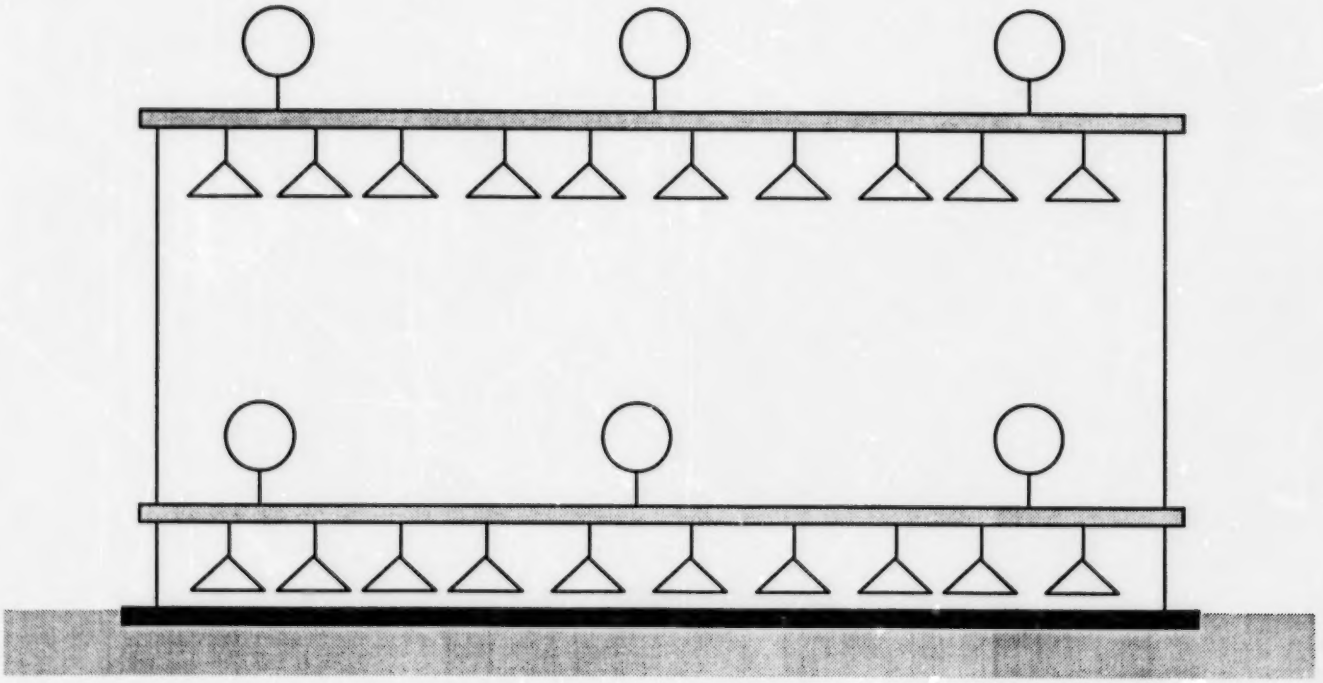

Figure 4. Schéma du montage expérimental pour l'étude de l'hypothèse du surpeuplement d'un site à croissance lente situé près de Baie-Johan-Beetz. Les triangles représentent les paniers contenant les pétoncles. Les cercles représentent les bouées destinées à maintenir les paniers à la hauteur voulue. Les paniers étaient attachés à des tubes creux en PVC (longueur : 4 m) dans lesquels étaient passées des cordes les retenant à une tige de métal reposant sur le fond (ligne noire épaisse). Des thermographes (non représentés) étaient suspendus à la hauteur de la base des paniers (0,1 m et 2,0 m au-dessus du fond). Une ancre était reliée à chacun des bouts de la tige de métal par une corde de quelque 150 m de longueur.

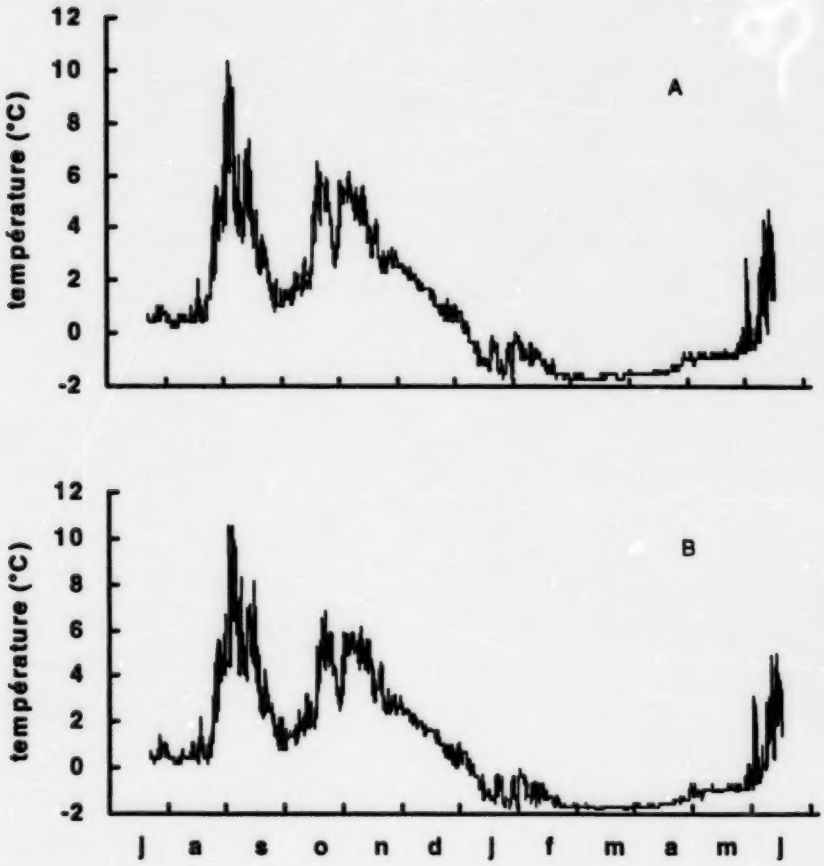

Figure 5. Température observée à 0,1 m (A) et 2,0 m (B) du fond au cours de l'expérience sur la surpopulation (Baie-Johan-Beetz). Ce graphique ne montre qu'une seule série à chaque profondeur pour alléger la présentation, la seconde étant essentiellement pareille à la première.

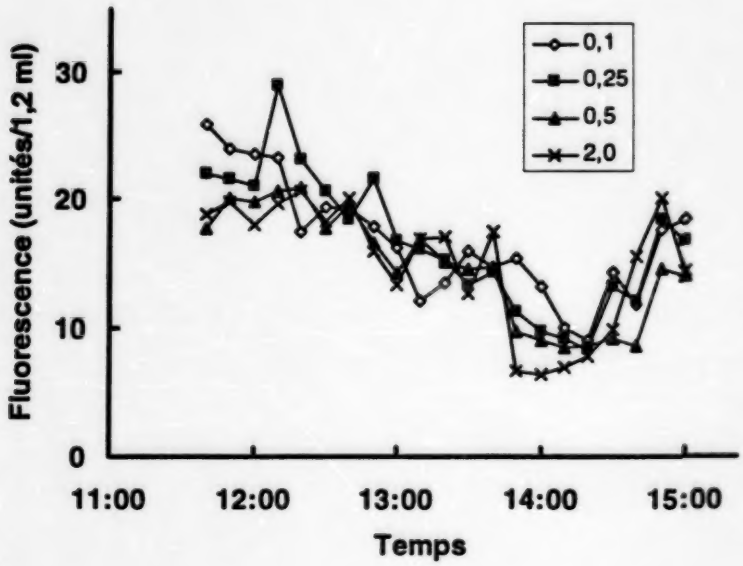

Figure 6. Fluorescence observée sur le site donneur de 11h40 à 15h00 le 22 juillet 1997. Profondeurs échantillonnées : 0,1 m, 0,25 m, 0,5 m et 2,0 m au-dessus du fond. Le pas d'échantillonnage est de 10 minutes.

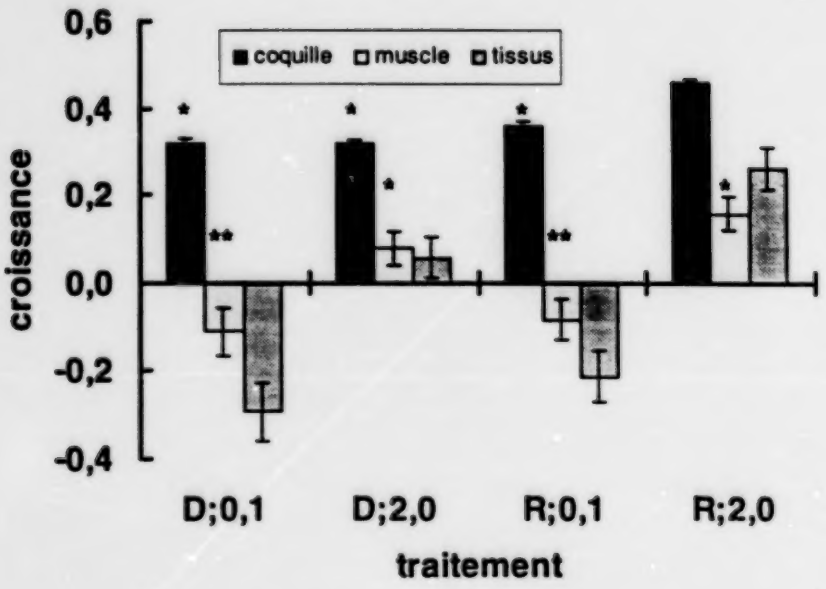

Figure 7. Effet du site (D : site donneur ; R : site récepteur) et de la hauteur au-dessus du fond (0,1 m ou 2,0 m, selon le cas) sur la croissance de la coquille (hauteur, cm), du muscle (masse sèche, g) et des autres tissus mous (masse sèche, g) observée lors de l'expérience effectuée à Baie-Johan-Beetz. Pour chaque partie anatomique, les groupes n'affichant pas de différence significative entre eux sont marqués d'une (ou deux) astérisque. La croissance de la coquille indique qu'il y aurait un effet de déplétion de nourriture près du fond sur le site récepteur. La croissance du muscle indique qu'il y a un effet négatif de la proximité du fond. La croissance des tissus autres que le muscle indique que le site récepteur est meilleur et qu'il y a un effet négatif de la proximité du fond. Tout se passe comme si l'effet du fond n'était pas attribuable à la déplétion puisqu'on le retrouve sur les deux sites.

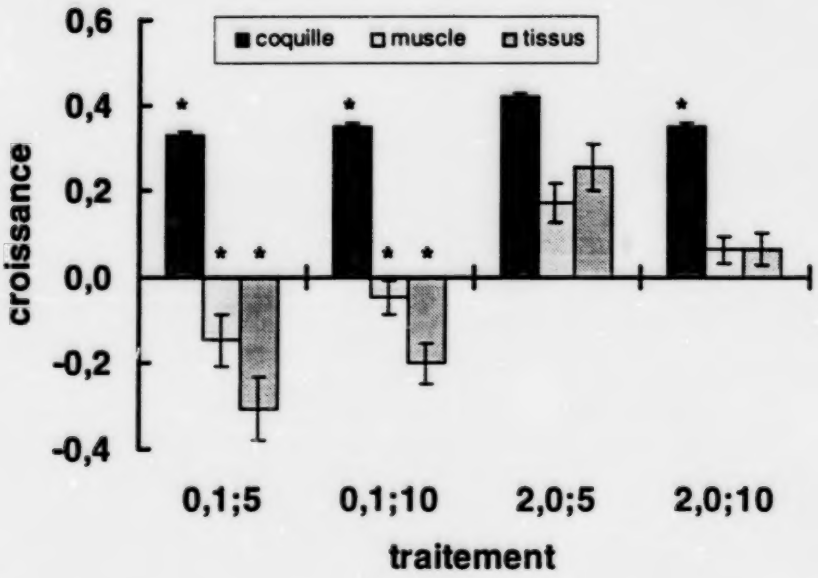

Figure 8. Effet de la hauteur au-dessus du fond (0,1 m ou 2,0 m, selon le cas) et du nombre de spécimens (5 ou 10, selon le cas) dans les paniers sur la croissance de la coquille (hauteur, cm), du muscle (masse sèche, g) et des autres tissus mous (masse sèche, g) observée lors de l'expérience effectuée à Baie-Johan-Beetz. Pour chaque partie anatomique, les groupes n'affichant pas de différence significative entre eux sont marqués d'une astérisque. La coquille des spécimens installés à 2,0 m croît plus rapidement qu'à 0,1 m du fond, mais seulement dans les groupes à faible nombre de spécimens. À 0,1 m du fond, la croissance du muscle et des autres tissus est négative et ne varie pas de façon significative selon le nombre de pétoncles dans les paniers. À 2,0 m du fond, la croissance du muscle et des autres tissus est positive et plus forte qu'à 0,1 m du fond. Il y a également un effet de la densité de peuplement, la croissance étant plus forte à faible densité.

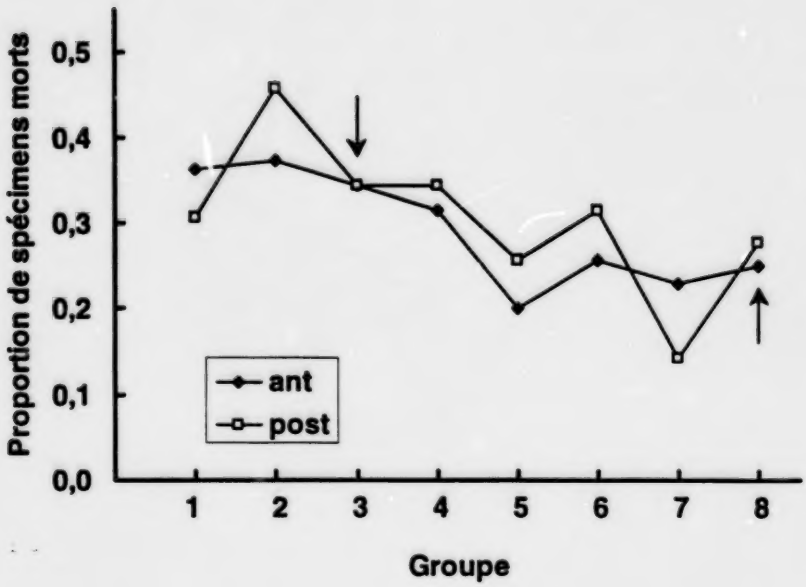

Figure 9. Proportion de spécimens morts en fonction du degré de symétrie des oreilles des coquilles des pétoncles (expérience de Baie-Johan-Beetz). « post » : oreilles postérieures (petites); « ant » : oreilles antérieures (grandes). Ce graphique indique que la proportion de spécimens morts diminue avec l'augmentation de la taille des oreilles de la valve supérieure relativement à celles de la valve inférieure. Les flèches indiquent la transition entre les valeurs négatives et positives de dissymétrie pour les oreilles postérieures (flèche de gauche) et antérieures (flèche de droite).